

## ⑫ 公開特許公報(A)

平4-206526

⑬ Int. Cl.<sup>5</sup>

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公開 平成4年(1992)7月28日

H 01 L 21/3205  
C 23 C 16/04  
16/068722-4K  
8722-4K  
7353-4M

H 01 L 21/88

K

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全6頁)

⑮ 発明の名称 スルーホールへの金属穴埋め方法

⑯ 特 願 平2-329095

⑰ 出 願 平2(1990)11月30日

⑱ 発 明 者 都 竹 進 神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地 株式会社日立製作所生産技術研究所内

⑲ 発 明 者 西 谷 英 輔 神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地 株式会社日立製作所生産技術研究所内

⑳ 発 明 者 徳 永 尚 文 東京都青梅市今井2326番地 株式会社日立製作所デバイス開発センタ内

㉑ 発 明 者 田 丸 剛 東京都青梅市今井2326番地 株式会社日立製作所デバイス開発センタ内

㉒ 出 願 人 株式会社日立製作所 東京都千代田区神田駿河台4丁目6番地

㉓ 代 理 人 弁理士 小川 勝男 外1名

## 明 細 書

## 1. 発明の名称

スルーホールへの金属穴埋め方法

## 2. 特許請求の範囲

1. 基板上の絶縁膜に基板の下地金属の一部を露出させるために設けたスルーホールを、金属の選択CVDにより穴埋めする金属穴埋め方法において、前記下地金属の一部を露出させた露出下地の前処理として、3フッ化塩素(ClF<sub>3</sub>)ガスによるライトエッチ処理を施した後、当該基板を大気中にさらすことなく、当該基板に対して連続的に金属の選択CVD処理を行なうことを特徴とするスルーホールへの金属穴埋め方法。

## 3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

本発明は、基板上の絶縁膜に基板の下地金属の一部を露出させるために設けたスルーホールを、金属の選択CVDにより穴埋めする金属穴埋め方法に係り、特にLSIに用いられる多層配線間接

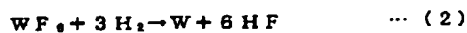
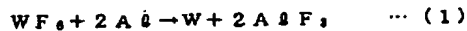
続用などの微細なスルーホールを歩留まり良く金属で穴埋めするために好適なスルーホールへの金属穴埋め方法に関する。

(従来技術)

LSIの高集積化に伴い、素子配線間あるいは各配線間を接続する配線設計の困難性が増大し、その解決手段として多層配線が不可欠な技術となり、下層配線と、絶縁膜を介して設けた上層配線とを接続するために、必要に応じて、絶縁膜に微細なスルーホールを設け、このスルーホールを導体で穴埋めする方法がとられている。スルーホールを穴埋めする方法としては幾つかの方法があるが、その中で、スルーホール径が微細な場合にも穴埋め性の良好な方法として、金属、特にタングステン(W)の選択CVDが実用上、最も期待されている方法である。

タングステン(W)の選択CVDは、250℃以上に加熱した試料上にフッ化タングステン(WF<sub>6</sub>)ガスおよび水素(H<sub>2</sub>)ガス混合ガスを導入、接触させて、下記のいずれかの反応により、

下地金属（ここではアルミニウム（Al）の場合を示す。）上にタングステン（W）膜を成長させる方法である。



$\text{SiO}_2$ 等の絶縁膜上では、(1)の反応は生じせず、また(2)の反応も700℃以下の温度では進行しないため、タングステン（以下、「W」と記す。）がアルミニウム（以下、「Al」と記す。）上でのみ選択成長し、スルーホールの穴埋めが達成されることになる。

Wの選択CVDに関するこれまでの記載文献としては、例えば、セミコンダクター・ワールド（Semiconductor World）1985年12月号64-71頁の記載あるいはジャーナル・オブ・ザ・エレクトロケミカル・ソサエティ第131巻（1984年）1427-1433頁（J. Electrochemical Society 131（1984）pp1472-1433）に記載のものがある。

を露出させることはできるが、同時に、飛散した下地金属がスルーホールの側壁部あるいは絶縁膜表面に付着するため、Wの選択CVDにおいて、その付着部でもWの成長が進行し、そのW膜によって隣接スルーホールが短絡するなどの結果を生ずることになる。同様の現象は絶縁膜上に金属性の汚れが付着残留した場合にも生ずる。

さらに、絶縁膜上に形成されたW膜は剥離しやすいものであり、ウエハ上にゴミとなって残り、歩留まり低下の原因となる。

本発明の目的は、前記従来技術の問題を解決し、選択性が良好で、露出下地と穴埋め金属間の導通性の良好な穴埋めを実施得るスルーホールへの金属穴埋め方法を提供することにある。

〔課題を解決するための手段〕

前記目的は、基板の下地金属の一部を露出させた露出下地の前処理として、3フッ化塩素（ $\text{CF}_3$ ）ガスによるライトエッチ前処理を施した後、当該基板を大気中にさらすことなく、当該基板に対して連続的に金属の選択CVD処理を行

〔発明が解決しようとする課題〕

しかしながら、前記従来技術においては、選択CVDによってWを成長させようとする下地金属表面の処理について十分な配慮がなされておらず、そのためスルーホールにおける導通が不十分となったり、また逆に、隣接するスルーホール間の短絡を生ずるなどの問題があった。

すなわち、スルーホールを形成した直後の下地金属表面は、スルーホールを設けるために施したホトエッチングプロセスに伴う汚れが付着していたり、酸化物、例えば下地金属Alの場合 $\text{Al}_2\text{O}_3$ などが形成されていることなどにより清浄な面となっていないため、Wの成長が進行せず、導通不良の原因となる。

また、下地金属表面を清浄化する方法として、フッ酸（HF）によるウェットエッチング処理、あるいは $\text{Ar}^+$ イオンによるスパッタエッチング処理があるが、前者の場合、フッ素により下地配線の腐食を生ずること、また後者の場合、下地金属表面を物理的に除去するため、清浄な下地金属面

なうことにより、達成される。

〔作用〕

本発明では、多層配線を形成するために設けられたスルーホールの露出下地の金属膜の表面に存在する酸化膜あるいは汚れ付着物が、 $\text{CF}_3$ ガスのライトエッチングにより除去される。その後大気中にさらすことなく連続的に前記したW等の選択CVD処理を施すことにより、清浄な下地金属表面に金属が堆積するため、導通抵抗の低い配線間の接続が可能となり、露出下地と穴埋め金属の間の導通性の良好な穴埋めを行なうことができる。

さらに本発明では、前処理にプラズマを用いないため、イオン衝撃によって生じた絶縁膜の損傷、例えば $\text{SiO}_2$ 表面上へのSi-ダングリンホンドの生成、基づく絶縁膜上でのW膜形成、すなわち選択性の劣化が生じない。

〔実施例〕

以下、本発明の実施例を図面により説明する。第1図～第3図（A）、（B）は本発明の一実施例を示すもので、第1図は本発明方法の一例を示

すフローチャート、第2図は本発明方法を実施するための装置の概要を示す図、第3図(A)、

(B)は本発明方法による処理を施す前と施した後の、基板の下地金属の一部を露出させるために設けたスルーホール部分の拡大断面図である。

本発明方法を実施するための第2図に示す装置は、前処理室1と、成膜室7とを有している。前記前処理室1と、成膜室7とにわたって、基板搬送手段(図示せず)が設けられている。前処理室1と成膜室7間には、ゲート弁6が設けられている。前記前処理室1および成膜室7は、真空ポンプ(図示せず)により、例えば $10^{-3}$ Pa程度に真空排気されるようになっている。

前記前処理室1の内部には、ガスシャワー4及び基板加熱ステージ5が配置されている。基板加熱ステージ5の内部にはヒータ5aが内蔵されておりヒータ電源3に接続されている。また、前処理室1にはガス導入口を通じて、 $C_4F_8$ ガスを供給し得るようになっている。そして、前記下部の電極5の上面には、処理すべき基板2を搬置する

ルへの金属穴埋め方法のプロセスを、第1図に従って説明する。

まず、前処理室1ではステップ20により基板加熱ステージ5上に処理すべき基板2を設置する。

この基板2には、第3図(A)に示すごとく、下地金属としてのAl配線14上に、プラズマCVD法等により基板上の絶縁膜として $SiO_2$ 膜15を形成した後、ホットエッチングによりスルーホール16が設けられている。このスルーホール16は、例えば $1\mu m$ 角で深さ $1.2\mu m$ の微細穴である。また、スルーホール16にはAl配線14上に、下地金属の一部を露出させた露出下地としての、Alの自然酸化膜17が付着している。

次に、第1図に示すステップ21で前処理室1内を $10^{-3}$ Pa程度まで真空排気する。

ついで、ステップ22で前処理室1内の基板2を基板加熱ステージ5内のヒータ5aに電流を流すことにより加熱する。

続いて、ステップ23で $C_4F_8$ ガスを前処理室内に導入する。 $C_4F_8$ は基板上で反応し、

ようになっている。

前記基板搬送手段は、前処理室1で処理された基板2を大気にさらすことなく、ゲート弁6を通じて成膜室7へ搬送するようになっている。なお、成膜室7に搬入された基板を第2図中に符号2aを付けて示している。

前記成膜室7の上部には、基板2aを所定温度に加熱するためのハロゲンランプ8と、ハロゲンランプ8の赤外線を通す石英窓9とが設けられている。また、成膜室7の内部には、基板2aの支持体10と、ガス導入口12と、遮光板13とが配置されている。前記基板2aの支持体10と、成膜室7の壁11と、遮光板13とは水冷されており、その結果基板2aの表面を除いて、成膜室7の内壁の表面温度は、実質的に成膜反応が進行しない温度まで低下している。さらに、成膜室7には前記ガス導入口12を通じて、この実施例では $H_2$ ガスとWF<sub>6</sub>ガスを供給し得るようになっている。

次に、前記装置を使用して実施するスルーホー

絶縁膜表面をライトエッチし、表面へ汚れ成分を除去する。また、これにより、基板2の下地金属の一部を露出させた露出下地としての、第3図(A)に示すAlの自然酸化膜17も $C_4F_8$ ガスのライトエッチ処理により除去される。

前記ステップ23で所定時間前処理をした後、ステップ24で $C_4F_8$ ガスの導入を停止するとともに、前処理室1内に真空排気を停止する。

次に、第1図に示すステップ25で前処理室1と成膜室7間に設けられたゲート弁6を設ける。そして、前処理室1で前処理を施した基板2を大気にさらすことなく、基板搬送手段(図示せず)により前処理室1から成膜室7内に搬送し、その基板2aを成膜室7内の支持体10上に搬置する。基板2aを支持体10上に搬置した後、基板搬送手段をゲート弁6から前処理室1内に戻し、ゲート弁6を閉じる。

その間、ステップ26で成膜室7内を所定の真空度、例えば $10^{-3}$ Pa程度に真空排気する。

ついで、ステップ27で第1図に示すガス導入

口 12 を通じて成膜室 7 内に  $H_2$  ガスを導入する。

さらに、ステップ 28 でハロゲンランプ 8 を点灯し、石英窓 9 を通じて支持体 10 上の基板 2a の表面に赤外線を照射し、基板 2a を所定温度に加熱する。

基板 2a を所定温度に加熱した後、ステップ 29 でガス導入口 12 から成膜室 7 内に、この実施例では  $H_2$  ガスに  $WF_6$  ガスを加えて導入する。

続いて、ステップ 30 で基板 2a に対して金属の選択 CVD 処理を行なう。この金属の選択 CVD により、第 3 図 (B) に示すように、下地金属の一部を露出させた露出下地である A 配線 14 上に、W を選択成長させ、スルーホール 16 を W で穴埋めする。

この成膜室 7 での処理時には、基板 2a は水冷されている支持体 10 により支持され、また成膜室 7 の壁 11 も水冷され、さらに赤外線が成膜室 7 の壁 11 に直接照射されないように、水冷の遮光板 13 で遮られている。これにより、基板 2a の表面を除いて成膜室 7 の壁 11 および備品は実

質的に成膜反応が進行してない温度に低下されている。

前記ステップ 30 により W を所定厚さに成長させた後、ステップ 31 で  $H_2$  ガス、 $WF_6$  ガスの導入を停止させるとともに、第 2 図に示すハロゲンランプ 8 を消灯する。

ついで、ステップ 32 で真空排気を停止し、続いてステップ 33 でスルーホール 16 を W の選択 CVD により穴埋めした基板 2a を冷却する。

基板 2a を冷却した後、最後にステップ 34 により成膜室 7 から基板 2a を取り出し、W の穴埋め処理を終了する。

次に、前記プロセスにおける処理条件の具体的な実施例を説明する。

#### (1) 前処理室での処理条件

- ・基板加熱温度 : 200℃
- ・ $C_2F_4$  ガス流量 : 100 sccm
- ・ガス圧力 : 0.5 Torr
- ・処理時間 : 0.2 min

#### (2) 成膜室での処理条件

- ・基板温度 : 450℃
- ・ガス圧力 : 1.5 Torr
- ・ $WF_6$  ガス流量 : 3 sccm
- ・ $H_2$  ガス流量 : 500 sccm
- ・処理時間 : 5 min

なお、基板としては、下地 A 配線上でプラズマ CVD 法等により  $SiO_2$  膜を形成した後、ホトエッチングにより 1  $\mu m$  角の微細なスルーホール (深さ 1.2  $\mu m$ ) を多数個開口させたテスト用基板を用いた。

この実施例において、前処理を行なう前の基板では、第 3 図 (A) に示すように、露出下地であるスルーホール部分の A 配線 14 上に A の自然酸化膜 17 及び絶縁膜表面上の汚れ 35 が付着していた。

この自然酸化膜 17 及び汚れ 35 は、前処理室内での  $C_2F_4$  ガスのライトエッチング処理によって除かれ、引き続き成膜室内で  $H_2$  ガス  $WF_6$  ガスとにより、基板に対して W の選択 CVD 処理

を施すことによって、第 3 図 (B) に示すように、A 配線 14 の上に直接 W 膜 18 が成長し、スルーホール 16 を穴埋めすることができた。

この実施例 1 により W 膜 18 で穴埋めを実施した基板におけるスルーホール 16 の導通部の導通抵抗は、1  $\mu m$  角のスルーホール 1 個当たり 0.1 ~ 0.12  $\Omega$  と良好な値を示した。また、絶縁膜である  $SiO_2$  膜 15 上への W 膜の成長は見られず、選択性も良好であった。

なお、本発明では前記実施例の装置、条件にのみ制約されることなく、W の選択成膜が可能なコールドウォール型 CVD 成膜室および  $C_2F_4$  ガスのエッチング処理が可能な前処理室と、両者間を基板の真空搬送ができる基板搬送手段を有する W の選択 CVD 装置全てについて、処理条件を選ぶことにより使用できる。

また、 $C_2F_4$  前処理に先立ち、Ar スパッタエッチ、ハロゲンプラズマエッチ等の前処理を行なうこともできる。これらのプラズマ処理によって生じた絶縁膜表面の損傷は前記した絶縁膜表面上

の汚れと同様に  $\text{C}_2\text{F}_6$  前処理で除去され選択性が低下することはない。

さらに、対象となる選択 CVD の系および金属も前記実施例の  $\text{WF}_6$ - $\text{H}_2$  系による W の選択 CVD に限ることなく、金属の選択 CVD の可能なシステム、例えば  $\text{WF}_6$ - $\text{SiH}_4$  系による W の選択 CVD、 $\text{MoF}_6$ - $\text{H}_2$  系による Mo の選択 CVD、アルキル Al を原料とする Al の選択 CVD にも本発明が適用できることは言うまでもない。

#### 〔発明の効果〕

以上説明した本発明によれば、基板の下地金属の一部を絶縁膜より露出させた露出下地の前処理として、 $\text{C}_2\text{F}_6$  ガスによるライトエッチ前処理を施した後、当該基板に対して連続的に金属の選択 CVD 処理を行なうようにしているので、多層配線を形成するために設けられたスルーホール露出下地の金属膜の表面に存在する酸化膜あるいは汚れ付着物および絶縁膜上の汚れ成分が、 $\text{C}_2\text{F}_6$  ガスによりエッチング除去され、その後大気さらすことなく連続的に前記した W 等の選択

CVD 処理を施すことにより、清浄な下地金属の表面に金属が堆積するため、導通抵抗の低い配線間の接続が可能となり、露出下地と穴埋め金属の間の導通性の良好な穴埋めを行ない得る効果がある。さらに本前処理は、絶縁膜上の汚れを除くため、選択性の向上が可能となる。これにより、微細なスルーホールへの金属穴埋めに必要な LSI の多層配線の信頼性の向上に寄与するところ大なる効果がある。

#### 4. 図面の簡単な説明

第 1 図は本発明方法の一例を示すフローチャート、第 2 図は本発明方法を実施するための装置の概要を示す図、第 3 図 (A)、(B) は本発明方法による処理を施す前と施した後の、基板の下地金属の一部を露出させるために設けたスルーホール部分の拡大断面図である。

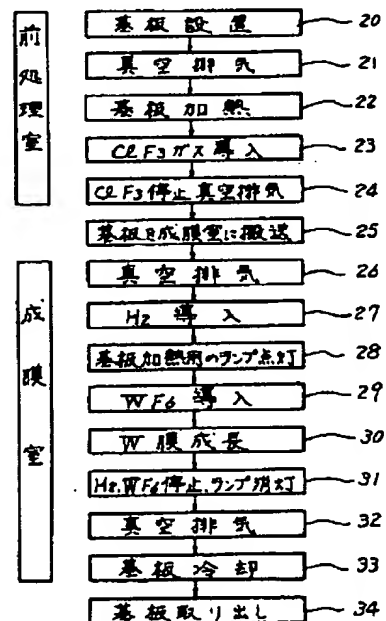
#### 符号の説明

1 ……前処理室、2、2a ……基板、3 ……ヒータ電源、5 ……基板加熱ステージ、7 ……成膜室、8 ……ハロゲンランプ、10 ……基板の支持

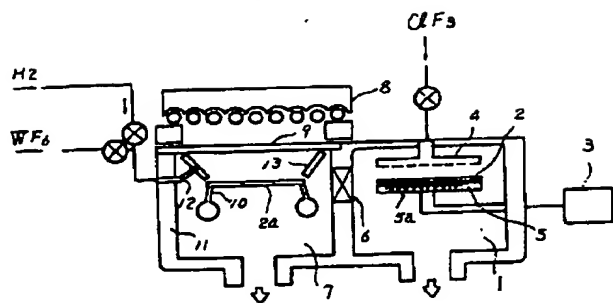
体、12 ……ガス導入口、13 ……遮光板、14 ……Al 配線、15 …… $\text{SiO}_2$  膜、16 ……スルーホール、17 ……Al の自然酸化膜、18 ……W 膜、20～34 ……処理のステップ。

代理人 弁理士 小川 勝 男

第 1 図

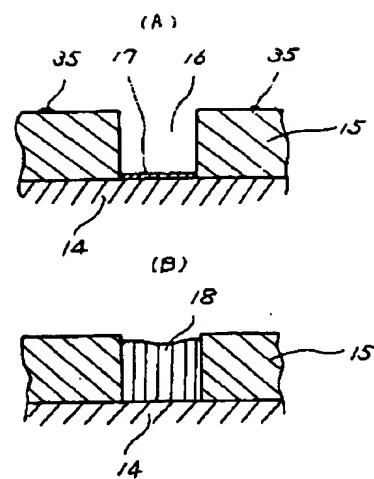


第 2 図



- 1 - 前処理室
- 2, 2a - 基板
- 3 - ヒータ電源
- 5 - 基板加熱ステージ
- 6 - ゲート弁
- 7 - 成膜室
- 8 - ハロゲンランプ
- 10 - 基板の支持体
- 12 - ガス導入口

第 3 図



- 14 - Al 面已線
- 15 - SiO<sub>2</sub> 膜
- 16 - スルホール
- 17 - Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> の自然酸化膜
- 18 - W 膜